

⑤① Int. Cl. <sup>3</sup> = Int. Cl. <sup>2</sup>

Int. Cl. <sup>2</sup>:

**H 01 L 29/78**

H 01 L 27/06

H 03 F 1/08

①⑨ **BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND**

**DEUTSCHES PATENTAMT**



**DE 28 55 844 A 1**

①①

# Offenlegungsschrift

**28 55 844**

②①

Aktenzeichen:

P 28 55 844.3-33

②②

Anmeldetag:

22. 12. 78

④③

Offenlegungstag:

26. 6. 80

③①

Unionspriorität:

③② ③③ ③① —

⑤④

Bezeichnung:

Feldeffekttransistor

⑦①

Anmelder:

Texas Instruments Deutschland GmbH, 8050 Freising

⑦②

Erfinder:

Schürmann, Josef, 8051 Oberhummel; Vilimek, Vena, 8050 Freising

Prüfungsantrag gem. § 28 b PatG ist gestellt

**DE 28 55 844 A 1**

## Patentanwälte

Dipl.-Ing.  
E. Prinz

-

Dipl.-Chem.  
Dr. G. Hauser

-

Dipl.-Ing.  
G. Leiser

Ernsbergerstrasse 19

8 München 60

Unser Zeichen: T 3149

22. Dezember 1973

TEXAS INSTRUMENTS  
DEUTSCHLAND GMBH  
Haggertystrasse 1  
8050 Freising

P a t e n t a n s p r ü c h e

- ① Feldeffekttransistor mit einer Source-Elektrode, einer Drain-Elektrode und wenigstens einer Steuer-Gate-Elektrode auf einem Halbleitersubstrat, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen der Steuer-Gate-Elektrode (7) und der Drain-Elektrode (6) eine weitere Gate-Elektrode (9) angebracht ist, die im Betriebszustand an ein solches konstantes Potential gelegt ist, daß die unter ihr liegende Kanalzone (14; 18) leitet.
2. Feldeffekttransistor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die weitere Gate-Elektrode (9) mit dem Abgriff eines auf dem Halbleitersubstrat (8) gebildeten Spannungsteilers verbunden ist, der an die Drain-Elektrode (6) und an die Source-Elektrode (5) angeschlossen ist.

Schw/Ba

3. Feldeffekttransistor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler aus zwei Feldeffekttransistoren (11, 12) gebildet ist, die als Widerstände geschaltet sind.
4. Feldeffekttransistor nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Spannungsteiler aus einem zwischen der Drain-Elektrode (6) und der weiteren Gate-Elektrode (9) liegenden, als Widerstand geschalteten Feldeffekttransistor (11) und aus einer zwischen der weiteren Gate-Elektrode (9) und der Source-Elektrode (5) liegenden Diodenkette (16) aus mehreren in Serie geschalteten Dioden besteht.
5. Feldeffekttransistor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die leitende Kanalzone (18) durch starke Dotierung des Substratmaterials gebildet ist und daß die weitere Gate-Elektrode (9) mit der Source-Elektrode (5) verbunden ist.
6. Feldeffekttransistor nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Halbleitersubstrat zwei Steuer-Gate-Elektroden (7, 7a) angebracht sind und daß die weitere Gate-Elektrode (9) zwischen der der Drain-Elektrode (6) benachbarten Steuer-Gate-Elektrode (7) und der Drain-Elektrode (6) liegt.

Patentanwälte

Dipl.-Ing.  
E. Prinz

-

Dipl.-Chem.  
Dr. G. Hauser

-

Dipl.-Ing.  
G. Leiser

Ernsbergerstrasse 19

8 München 60

Unser Zeichen: T 3149

22. Dezember 1978

TEXAS INSTRUMENTS  
DEUTSCHLAND GMBH  
Haggertystrasse 1  
8050 Freising

---

Feldeffekttransistor

---

Die Erfindung bezieht sich auf einen Feldeffekttransistor mit einer Source-Elektrode, einer Drain-Elektrode und wenigstens einer Steuer-Gate-Elektrode auf einem Halbleitersubstrat.

Bei MIS- oder MES-Feldeffekttransistoren, die in Verstärkerschaltungen oder in Mischerschaltungen eingesetzt werden, tritt bei höheren Frequenzen eine unerwünschte Rückwirkung zwischen dem mit dem Drain-Anschluß verbundenen Ausgangskreis und dem mit dem Steuer-Gate-Anschluß verbundenen Steuerkreis auf. Zur Vermeidung dieser Rückwirkungen müssen eigene Neutralisationsschaltungen verwendet werden, die zusätzliche Bauelemente erfordern. Es gibt Anwendungsfälle, in denen diese zusätzlichen Bauelemente aus Platzgründen äußerst unerwünscht sind. Beispielsweise gilt dies bei der Anwendung solcher Feldeffekttransistoren in Autoradios.

Schw/Ba

030026/0477

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Feldeffekttransistor der eingangs angegebenen Art so aufzubauen, daß die auftretende Rückwirkung ohne Verwendung äußerer Schaltungselemente stark herabgesetzt wird.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß zwischen der Steuer-Gate-Elektrode und der Drain-Elektrode eine weitere Gate-Elektrode angebracht ist, die im Betriebszustand an ein solches konstantes Potential gelegt ist, daß die unter ihr liegende Kanalzone leitet.

Beim erfindungsgemäßen Feldeffekttransistor wird durch die Anbringung der weiteren Gate-Elektrode und der leitenden Kanalzone der Abstand zwischen diesen beiden Elektroden vergrößert, und die weitere Gate-Elektrode ergibt eine statische Abschirmwirkung, so daß die für die Rückwirkung verantwortliche Kapazität zwischen der Drain-Elektrode und der Steuer-Gate-Elektrode verkleinert wird. Die leitende Kanalzone hat dabei über diese Verkleinerung der Rückwirkungskapazität hinaus keine Veränderung des elektrischen Verhaltens des Feldeffekttransistors zur Folge.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Erfindung ist vorgesehen, daß die weitere Gate-Elektrode mit dem Abgriff eines auf dem Halbleitersubstrat gebildeten Spannungsteilers verbunden ist, der an die Drain-Elektrode und an die Source-Elektrode angeschlossen ist.

Vorzugsweise ist der Spannungsteiler aus zwei Feldeffekttransistoren gebildet, die als Widerstände geschaltet sind.

Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, daß der Spannungsteiler aus einem zwischen der Drain-Elektrode und der weiteren Gate-Elektrode liegenden, als Widerstand geschalteten Feldeffekttransistor und aus einer zwischen der weiteren Gate-Elektrode und der Source-Elektrode liegenden Diodenkette aus mehreren in Serie geschalteten Dioden besteht.

Eine andere vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß die leitende Kanalzone durch starke Dotierung des Substratmaterials gebildet ist und daß die weitere Gate-Elektrode mit der Source-Elektrode verbunden ist.

Speziell für die Anwendung in Mischerschaltungen ist eine vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung vorgesehen, die darin besteht, daß auf dem Halbleitersubstrat zwei Steuer-Gate-Elektroden angebracht sind und daß die weitere Gate-Elektrode zwischen der der Drain-Elektrode benachbarten Steuer-Gate-Elektrode und der Drain-Elektrode liegt.

Die Erfindung wird nun anhand der Zeichnung beispielsweise erläutert. Es zeigen:

Fig.1 ein Schaltbild einer ersten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Feldeffekttransistors,

Fig.2 einen Schnitt durch den Feldeffekttransistor von Fig.1,

Fig.3 eine Variante der Ausführungsform von Fig.1,

Fig.4 eine Schnittansicht eines Feldeffekttransistors  
gemäß einer zweiten Ausführungsform der Erfindung,

Fig.5 und 6 zwei weitere Ausführungsformen des erfindungs-  
gemäßen Feldeffekttransistors.

Der in Fig.1 und 2 dargestellte Feldeffekttransistor 1 kann ein MIS-Feldeffekttransistor mit einer Isolierschicht über dem Kanalbereich zwischen der Source-Elektrode und der Drain-Elektrode oder ein MIS-Feldeffekttransistor mit einer Schottky-Sperrschicht zwischen dem Kanalbereich und den darüber befindlichen Elektroden sein. Der in den Figuren der Zeichnung dargestellte Feldeffekttransistor ist ein MIS-Feldeffekttransistor mit Isolierschicht über dem Kanalbereich zwischen der Drain-Elektrode 6 und der Source-Elektrode 5.

Der Feldeffekttransistor 1 enthält drei für den Benutzer zugängliche Anschlüsse, nämlich einen Source-Anschluß 2, einen Drain-Anschluß 3 und einen Gate-Anschluß 4. Diese Anschlüsse sind mit der Source-Elektrode 5, der Drain-Elektrode 6 bzw. der Steuer-Gate-Elektrode 7 auf dem Halbleitersubstrat 8 des Feldeffekttransistors 1 verbunden. Unter der Steuer-Gate-Elektrode 7 liegt eine Isolierschicht 15a und darunter eine Kanalzone 15, die ohne Anlegen äußerer Spannungen keinen Strom leitet. Der Feldeffekttransistor ist also ein Feldeffekttransistor des Anreicherungstyps. Die Gate-Elektrode 7 wird als Steuer-Gate-Elektrode bezeichnet, da nur sie dem Anwender die Beeinflussung des Source-Drain-Stroms mittels der an sie angelegten Spannung ermöglicht.

Zwischen der Gate-Elektrode 7 und der Source-Elektrode 5 ist als Schutz gegen Überspannungen eine Schutzdiodenkombination 13a eingefügt.

Auf dem Halbleitersubstrat ist im Bereich zwischen der Gate-Elektrode 7 und der Drain-Elektrode 6 eine weitere Gate-Elektrode 9 angebracht, die an den Abgriff 10 eines zwischen der Drain-Elektrode 9 und der Source-Elektrode 5 liegenden Spannungsteilers angeschlossen ist. Dieser Spannungsteiler besteht aus zwei Feldeffekttransistoren 11 und 12, die jeweils durch Verbinden der Source- und der Gate-Elektrode als Widerstände geschaltet sind. Außerdem ist zwischen dieser weiteren Gate-Elektrode 9 und der Source-Elektrode 5 eine Kapazität 13 angeschlossen. Diese Kapazität legt die weitere Gate-Elektrode 9 hochfrequenzmässig auf das Potential der Source-Elektrode 5. Die Feldeffekttransistoren 11 und 12, die Schutzdiodenkombination 13a sowie die Kapazität 13 sind auf dem Halbleitersubstrat 8 in integrierter Form gebildet. Dem Benutzer erscheint der Feldeffekttransistor 1 in der üblichen Form mit den drei genannten Anschlüssen. In der Schnittansicht von Fig.2 sind die Feldeffekttransistoren 11, 12, die Kapazität 13 und die Schutzdiodenkombination 13a nicht erkennbar.

Mit Hilfe des Spannungsteilers aus den Feldeffekttransistoren 11 und 12 wird an die weitere Gate-Elektrode 9 aufgrund der Betriebsspannung zwischen der Drain-Elektrode und der Source-Elektrode im Bezugszustand des Feldeffekttransistors 1 ein solches konstantes Potential angelegt, daß die unter dieser Gate-Elektrode 9 befindliche Kanalzone 14 leitend wird. Die für die Signalsteuerung zuständige Kanalzone 15 unter der Gate-Elektrode 7 wird

dadurch nicht beeinflusst, so daß deren Steuerwirkung unverändert bleibt. Durch Einfügen der zusätzlichen Kanalzone 14 unter der weiteren Gate-Elektrode 9 wird der Abstand zwischen der Gate-Elektrode 7 und der Drain-Elektrode 6 vergrößert, so daß die zwischen der Drain-Elektrode 6 und der Gate-Elektrode 7 wirksame Rückwirkungskapazität verkleinert wird. Außerdem hat die weitere Gate-Elektrode 9 aufgrund des an sie angelegten Potentials eine statische Abschirmwirkung, die zu einer weiteren Herabsetzung der Rückwirkungskapazität beiträgt.

Der zwischen der weiteren Gate-Elektrode 9 und der Source-Elektrode 5 liegende, durch einen Feldeffekttransistor gebildete Widerstand kann auch durch eine Diodenkette 16 aus mehreren in Serie geschalteten Dioden ersetzt werden, die in der Durchlaßrichtung betrieben werden. Diese Ausführungsform, die in Fig.3 dargestellt ist, hat den Vorteil, daß im Betriebszustand an der weiteren Gate-Elektrode 9 eine Spannung anliegt, die ausschließlich von der Summe der konstanten Durchlaßspannungen der einzelnen Dioden der Diodenkette 16, und nicht von der Drain-Source-Spannung bestimmt wird, wie es in der Ausführungsform von Fig.1 der Fall ist.

In Fig.4 ist eine weitere Ausführungsform eines Feldeffekttransistors dargestellt, der ebenfalls die drei für den Benutzer zugänglichen Anschlüsse enthält, nämlich den Source-Anschluß 2, den Drain-Anschluß 3 und den Gate-Anschluß 4. Wie beim Feldeffekttransistor von Fig.1 sind auch hier diese drei Anschlüsse mit der Source-Elektrode 5, der Drain-Elektrode 6 bzw. der Gate-Elektrode 7 auf dem Halbleitersubstrat 8 verbunden. Bei diesem Feldeffekttransistor wird zwischen dem

Substratbereich 17 unter der Drain-Elektrode 6 und der Kanalzone 15 unter der Gate-Elektrode 7 eine leitende Kanalzone 18 im Halbleitersubstrat 8 dadurch erzeugt, daß der Substratbereich zwischen diesen beiden Elektroden so stark dotiert wird, daß er bereits ohne Anlegen äußerer Betriebsspannungen leitet. Die über der leitenden Kanalzone 18 angebrachte weitere Gate-Elektrode 9 ist direkt mit der Source-Elektrode 5 verbunden. Diese Verbindung ist in der Schnittansicht von Fig. 4 durch eine gestrichelte Linie dargestellt; sie ist als Metallisierungsschicht auf dem Halbleitersubstrat 8 gebildet. Wie beim Feldeffekttransistor von Fig. 1 ergeben auch hier der vergrößerte Abstand zwischen der Gate-Elektrode 7 und der Drain-Elektrode 6 und die statische Abschirmung durch die weitere Gate-Elektrode 9 eine starke Reduzierung der Rückwirkungskapazität.

Der beschriebene Feldeffekttransistor ermöglicht den Aufbau stabiler HF-Verstärkerschaltungen bei geringem Platzbedarf, weil zur Erzielung des stabilen Verhaltens keine zusätzlichen äußeren Bauelemente erforderlich sind.

Der in Fig. 5 dargestellte Feldeffekt-Transistor ist ein Dual-Gate-Feldeffekttransistor, der zwei Steuer-Gate-Elektroden 7 und 7a aufweist, die über Anschlüsse 4 und 4a für den Anwender zugänglich sind. Er eignet sich für die Verwendung in Mischerschaltungen, in denen an diese Steuer-Gate-Elektroden zwei zu mischende Signale angelegt werden. Auch bei dieser Ausführungsform hat die weitere Gate-Elektrode, die zwischen der Drain-Elektrode 6 und der ihr am nächsten liegenden Steuer-Gate-Elektrode 7 liegt, die vorteilhafte Verminderung der Rückwirkung vom

Ausgangskreis auf die Eingangskreise zur Folge.

Bei dem Feldeffekttransistor von Fig.5 ist die weitere Gate-Elektrode 7a mittels einer auf dem Halbleiter-substrat 8 integrierten Schaltung gemäß Fig.1 an ein konstantes Potential gelegt, damit die unter ihr liegende Kanalzone 14 leitet. Es ist aber auch möglich, unter ihr eine stärker dotierte Kanalzone 18 zu erzeugen, die bereits ohne Anlegen eines externen Potentials leitet. Diese Ausführung ist in Fig.6 dargestellt; die Gate-Elektrode 9 ist dabei direkt mit der Source-Elektrode 5 verbunden, wie im Zusammenhang mit Fig. 4 erläutert wurde.

. 11.  
Leerseite

2855844

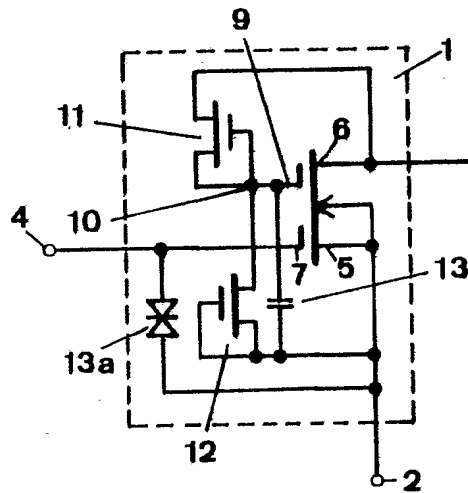


Fig. 1

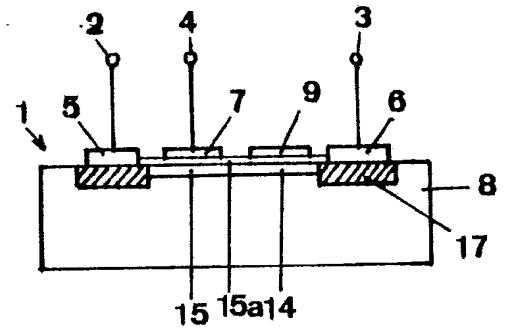


Fig. 2

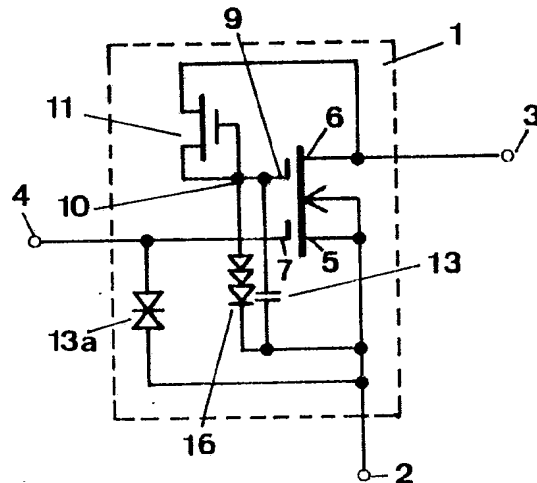


Fig. 3

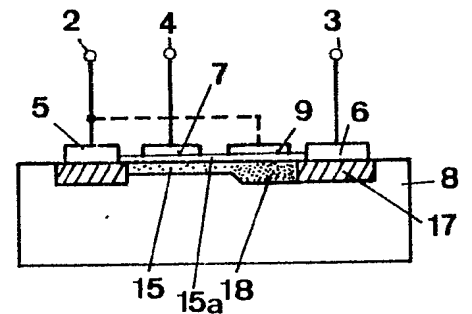
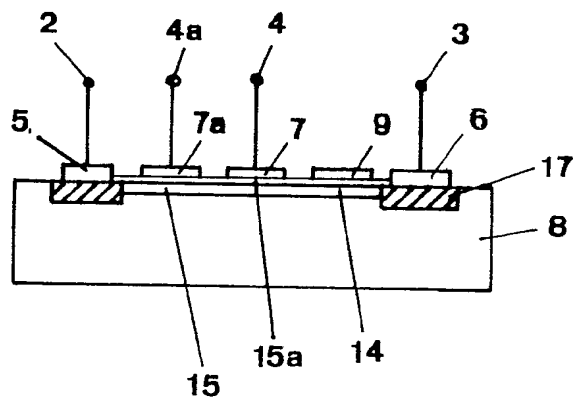
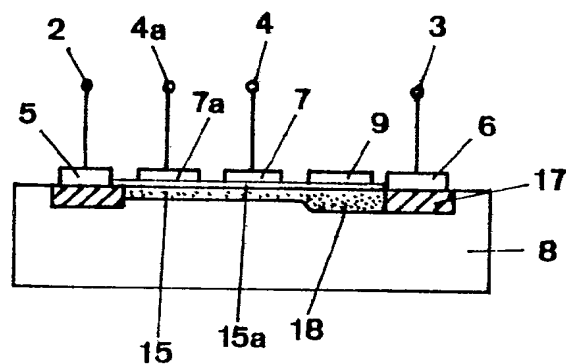


Fig. 4

Patentanmeldung vom 22. Dezember 1978  
 "Feldeffekttransistor", TEXAS INSTRUMENTS  
 DEUTSCHLAND GMBH, Freising

030026/0477

- 12 -

**Fig. 5****Fig. 6**

Patentanmeldung vom 22. Dezember 1978  
Feldeffekttransistor", TEXAS INSTRU-  
MENTS DEUTSCHLAND GMBH, Freising

030026/0477